

# Виробничий досвід

УДК 539.4

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ: ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

<sup>1</sup> В.М.Івасів, <sup>1</sup> В.І.Артим, <sup>1</sup> Р.О.Дейнега, <sup>2</sup> Р.М.Говдяк, <sup>3</sup> Т.І.Смоляк

<sup>1</sup> ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,  
тел. (03422) 4-20-02, e-mail: [ndingt@nung.edu.ua](mailto:ndingt@nung.edu.ua)

<sup>2</sup> ВАТ „Укргазпроект”, 04050, м. Київ, вул. Артема, 77,  
тел. (044) 244-72-50

<sup>3</sup> ДК „Укртрансгаз”, НАК „Нафтогаз України”, 01021, м. Київ, Кловський узвіз, 9/2,  
тел. (044) 461-20-41

*Рассмотрены современное состояние, проблемы и перспективы прогнозирования остаточного ресурса магистральных трубопроводов. Предложен новый подход к интегральной оценке остаточного ресурса участка трубопровода, базирующийся на закономерностях накопления усталостного повреждения.*

*Current state, problems and forecasting perspectives of the main pipeline permanent resource are examined. It is introduced new approach to integral estimate of.*

Одним із основних завдань нафтогазової галузі України є забезпечення надійної роботи обладнання. Завдання ускладнюється тим, що значна частина обладнання має великий термін експлуатації, часто – близько до вичерпання свого ресурсу. В першу чергу, це стосується магістральних газопроводів. Дане обладнання характеризується значною вартістю. Можливі аварії на магістральних трубопроводах призводять не тільки до великих матеріальних збитків, але несуть небезпеку для навколишнього середовища та життя людей. Тому невірний прогноз їх ресурсу як в запас, так і в менший бік, збільшує матеріальні витрати та значно знижує ефективність використання обладнання.

Газотранспортна система України складається з 37,8 тис. км газопроводів з компресорними станціями, 13 підземних сховищ газу, мережі газорозподільних і газовимірювальних станцій.

Структура газопроводів за термінами експлуатації:

менше 10 років – 9%;  
від 11 до 15 років – 10%;  
від 16 до 20 років – 17%;  
від 21 до 33 років – 31%;  
більше 33 років – 33%.

Таким чином, більше 60% газопроводів України експлуатуються понад 20 років, що вимагає значних капіталовкладень для підтримки надійності і безаварійної експлуатації.

Подібна ситуація склалася і в Росії. Так, за даними „Газпрому” структура газопроводів за терміном експлуатації така:

до 5 років – 3,1 %;  
від 5 до 20 років – 46,5 %;  
від 20 до 30 років – 28,4 %;  
більше 30 років – 22,0 %.

З 1992 р. у системі ВАТ „Газпром” почалися планові роботи з діагностики газопроводів із застосуванням внутрішньотрубних дефектоскопів, які дають змогу виявляти пошкодження стінки трубопроводів корозійного й механічного походження, і діагностика трубопроводів стала базовим елементом планування ремонтних робіт. Якщо в середині 90-х років виявлялося 22 дефекти на 100 км, які вимагають ремонту або вирізки, то з 2000 року кількість дефектів, які підлягають ремонту, становить приблизно 0,4 на 1 км, що вказує на зниження рівня технічного стану труб приблизно в 1,8 рази. На даний час кількість виявлених, але не усунених дефектів становить понад 252 тис.

Старіння системи газопроводів висунуло низку нових вимог до розробки фундаменталь-

них основ і методології оптимізації як термінів виводу газопроводів у ремонт, так і докорінного перегляду методів і засобів прогнозування їх залишкового ресурсу. Отже, прогнозування залишкового ресурсу магістральних трубопроводів є актуальним науковим завданням, пріоритетним для нафтогазової галузі.

Для ефективного попередження аварій необхідно, перш за все, оцінити залишковий ресурс трубопроводів і тільки після цього вирішувати, чи придатні вони для подальшої експлуатації. Наявні розрахункові методики не дають об'єктивної інформації про їх реальний ресурс. Таке становище пояснюється, в першу чергу, відсутністю новітніх ефективних методів прогнозування ресурсу нафтогазопроводів. Так, в існуючій в ДК „Укртрансгаз” „Методиці оцінки технічного стану труб газопроводу з тривалим строком експлуатації та його залишкового ресурсу” зазначено, що на даний час в світі відсутні методики оцінки залишкового ресурсу підземних газопроводів з урахуванням їх корозійно-втомного пошкодження.

Таким чином, розроблення методу оцінки залишкового ресурсу магістральних трубопроводів є актуальною проблемою, яка потребує вирішення.

Існуючі традиційні методи і засоби неруйнівного контролю спрямовані на пошук конкретних дефектів. При цьому визначення розмірів дефекту є складним практичним завданням. Однак навіть коли розміри дефекту визначені, то постає питання про ступінь безпеки останнього, тобто, чи буде розвиватися дефект і наскільки швидко. Тому все більша кількість провідних спеціалістів у світі починають розуміти, що на старіючому обладнанні найбільш небезпечним є не визначення небезпеки розвитку окремих тріщин, а прогнозування так званого переддефектного стану металу, коли через поступове накопичення пошкодження в структурі металу пройшли незворотні зміни і руйнування можуть відбутися раптово і, як правило, на тих ділянках, де вони зовсім не передбачалися. Як відомо, у світі поки що не існує методів неруйнівного контролю, які б визначали такі переддефектні ділянки.

Таким чином, стає зрозумілою та закономірною тенденція переходу від традиційних методів діагностування до більш складних й працездатних методик, в яких поєднуються переваги неруйнівного контролю та експериментально-аналітичних методик визначення ступеня пошкодження матеріалу.

Для магістральних трубопроводів основними характеристичними параметрами стану металу труб є статична й циклічна тріщиностійкість. Однак експериментальні результати досліджень тріщиностійкості матеріалу труб з різним терміном експлуатації не дають змоги зробити однозначні висновки щодо ступеня їх пошкодження.

Так, у результаті комплексу досліджень на втому трубних сталей установлено [1], що параметри тріщиностійкості більшості сталей незначно змінюються у перші 10-15 років, і більш

істотно — після 20-25 років експлуатації газопроводів. При цьому в бездефектній зоні характеристики металу практично не знижуються, у той час як на ділянках з поверхневими дефектами рівень зниження значень параметрів може сягати значних змін — в 3-5 разів. Це свідчить про те, що результати досліджень на тріщиностійкість не можуть слугувати інтегральним показником пошкодження ділянки трубопроводу, а тільки для визначення ступеня небезпеки конкретного локального дефекту.

Проведений аналіз досліджень інших авторів та власні дослідження свідчать, що основною причиною вичерпання ресурсу трубопроводів з великим терміном експлуатації, навіть при найбільш сучасній діагностиці та методах ремонту, стане критичне збільшення кількості та швидкості зростання дефектів типу тріщин на окремих ділянках досить значних розмірів. Причиною цього явища є незворотне накопичення втомного пошкодження трубопроводу через циклічні зміни тиску та температури, зміни положення, зсуви тощо. Це підтверджено, зокрема, останніми статистичними даними про відмови магістральних газопроводів [2], а саме: 50...80% випадків виходу з ладу газопроводів (залежно від часу експлуатації) зумовлено первинними корозійно-механічними пошкодженнями та утворенням і подальшим розвитком тріщиноподібних дефектів.

Зважаючи на важливість надійної роботи магістральних трубопроводів для безпеки України слід негайно інтенсифікувати дослідження з прогнозування залишкового ресурсу трубопроводів із великим терміном експлуатації. На нашу думку, інтегральним показником для визначення пошкодження ділянки трубопроводу і прогнозування її залишкового ресурсу може слугувати зміна в часі параметрів опору втомі ділянки в імовірнісному аспекті [3].

Відомо, що на термін експлуатації циклічно навантажених однотипних деталей, виготовлених за єдиною конструкторсько-технологічною документацією, впливають: неоднорідність механічних властивостей матеріалу деталей, коливання навантажування в умовах випробувань, хімічний склад, температура навколишнього середовища тощо.

Лабораторні дослідження свідчать, що навіть при підвищених вимогах до однорідності навантаження, матеріалу, точності і стабільності виготовлення зразків неможливо уникнути значного розсіювання довговічності. Наприклад, на рис. 1 зображено результати [4], отримані співробітниками фірми “Hughes Tool” при випробуваннях труб діаметром 114,3 мм на круговий згин в повітрі.

Таким чином, повну інформацію про втому та корозійно-втомну міцність трубопроводу можна отримати тільки шляхом визначення залежності імовірності їх руйнування від напруження та кількості циклів навантаження. Для цього необхідно проводити експериментальні дослідження з повною побудовою кривої втоми та врахуванням впливу чинників, які визначають циклічну довговічність трубопроводу.

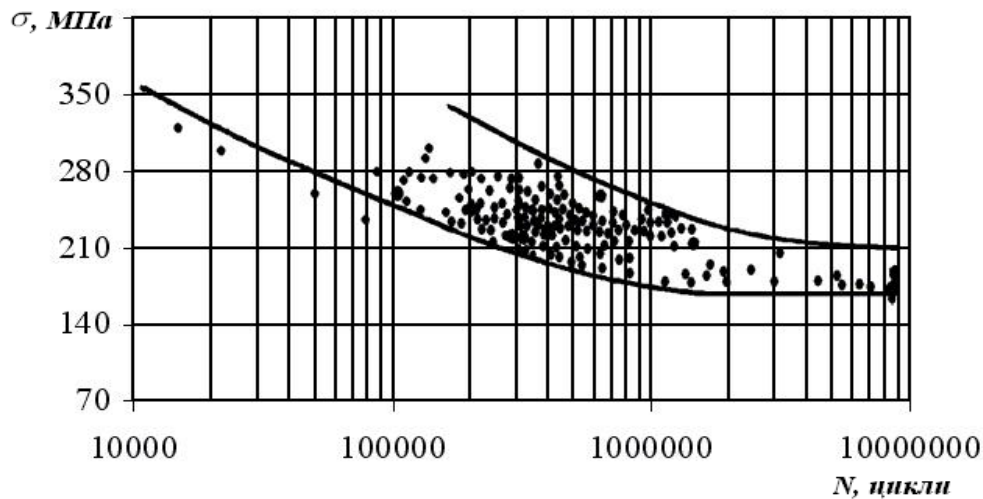


Рисунок 1 – Результати втомних випробувань труб діаметром 114,3 мм, проведені фірмою Hughes Tool

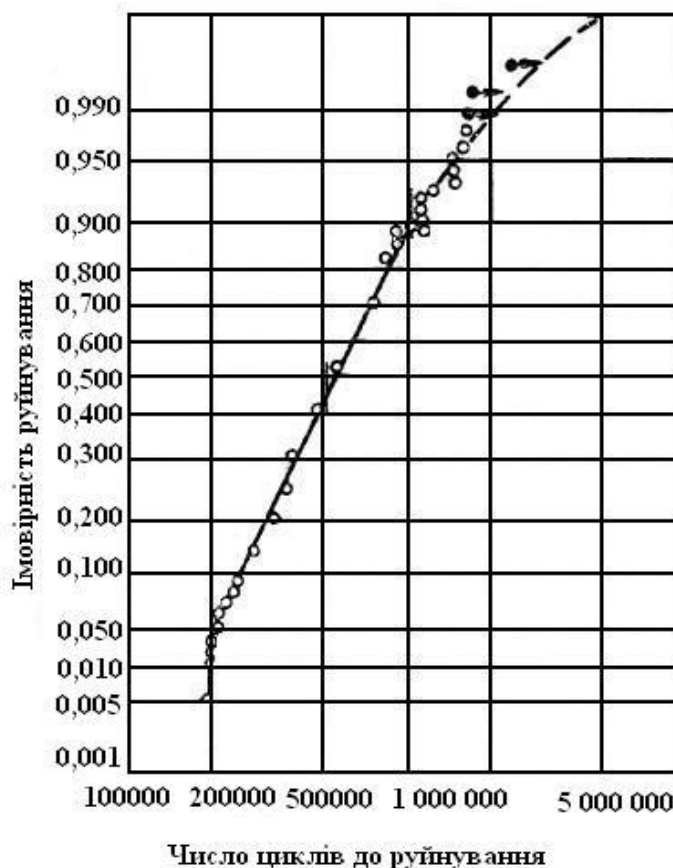


Рисунок 2 - Результати однієї з серій випробувань труб [4] при  $\sigma=200$  МПа

Основні – це концентрація напружень, масштабний чинник та середовище. На елементи трубопроводу кожен з цих чинників впливає по-різному, а їх сукупна дія неадекватна окремому впливу кожного з них. Оцінку розсіювання довговічності елементів трубопроводу можна провести за допомогою випробування зразків вибірки при однаковому навантаженні. Наприклад, на рис. 2 зображено залежність імовірності

поломки від кількості циклів навантаження [4].

Отже, для визначення залишкового ресурсу ділянки трубопроводу за фактичним пошкодженням необхідно користуватися імовірнісними методами розрахунку. Ефективність і перспективність використання імовірнісних методів розрахунку пов'язані з тим, що на основі врахування закономірного розсіювання харак-

теристик міцності і навантаженості вони дають змогу розрахувати функцію розподілу ресурсу деталі до виникнення втомної тріщини та досягнення нею критичних розмірів, що є найважливішою характеристикою довговічності деталі і її залишкового ресурсу в процесі експлуатації. Емпіричну оцінку функції розподілу ресурсу отримують статистичною обробкою даних про кількість випадків появи та розвитку втомної тріщини в умовах експлуатації. Близькість емпіричної і розрахункової функції розподілу ресурсу є критерієм вірності використаних імовірнісних методів розрахунку і вихідних даних про навантажування і міцність.

При розробці імовірнісних методів прогнозування втомної довговічності ділянки трубопроводу необхідно вирішити такі задачі:

визначення розрахункових характеристик опору втоми;

визначення розрахункових характеристик навантажування;

визначення функцій розподілу ресурсу трубопроводу.

Важливим етапом роботи є визначення статистичних характеристик кривої втоми. Це дає змогу проводити розрахунки залишкового ресурсу з урахуванням імовірності неруйнування, що є необхідною умовою як при плануванні діагностики ділянок трубопроводу, так і при прийнятті рішення про їх ремонт чи заміну.

В реальних умовах втомну міцність натурних деталей доводиться оцінювати за результатами експерименту на вибірковій партії. При цьому параметри рівняння кривої втоми будуть випадковими величинами, які можуть змінюватись при повторенні експерименту. Тому необхідно оцінювати точність статистичних характеристик втоми, використовуючи довірчі інтервали, які відповідають наперед заданому рівню довірчої ймовірності. Довірчі інтервали для середнього значення границі втоми можуть визначатись за  $t$ -розподілом Стюдента, а для квадратичного відхилення – з використанням  $\chi^2$ -розподілу.

При регулярному навантаженні, коли параметри циклу не змінюються в часі, імовірнісна діаграма втоми у вигляді кривих рівної ймовірності неруйнування може бути відтворена за допомогою рівнянь кривої втоми [5]

$$N = \frac{Q}{\sigma} \ln \left\{ 1 + \left[ \exp \left( \frac{\sigma - \bar{\sigma}_{rR}}{V_0} \right) - 1 \right]^{-1} \right\} \quad (1)$$

та функцій нормального розподілу значень границі витривалості

$$\sigma_{rR} = \bar{\sigma}_{rmin} - t S_{rmax} \quad (t \geq 0), \quad (2)$$

де:  $N$  – кількість циклів до руйнування деталей;

$\sigma$  – максимальне напруження циклу регулярного навантаження з постійним значенням

коефіцієнта асиметрії  $r = \frac{\sigma_{min}}{\sigma}$ ;

$V_0$  – параметр з розмірністю напруження;

$Q = N_0 \cdot \bar{\sigma}_{rR}$  – коефіцієнт витривалості;

$N_0$  – параметр, який характеризує число циклів до точки нижнього перегину кривої втоми;

$\bar{\sigma}_{rmin}$  – нижня межа довірчого інтервалу для середнього значення границі витривалості при регулярному навантаженні з коефіцієнтом асиметрії  $r$ ;

$S_{rmax}$  – верхня межа довірчого інтервалу для квадратичного відхилення значень границі витривалості;

$\bar{\sigma}_{rR}$  – частинне значення границі витривалості, що відповідає ймовірності неруйнування  $R$ ;

$t$  – квантиль нормального розподілу.

За результатами втомних випробувань згідно з алгоритмом, наведеним в [5], визначаються параметри рівняння кривої втоми  $(Q, V_0)$  і функції нормального розподілу значень границі витривалості  $(\bar{\sigma}_r, S_r)$ .

Визначення параметрів  $\bar{\sigma}_r, V_0$  і  $Q$  проводять за методом найменших квадратів різниці  $(\sigma_{r_i} - \bar{\sigma}_r)^2$ . Основні рівняння для реалізації алгоритму мають вигляд

$$\begin{aligned} x_i &= \ln \left\{ 1 + \left[ \exp \left( \frac{N_i \cdot \sigma_i}{V_0} \right) - 1 \right]^{-1} \right\}; y_i = \sigma_i; \\ \bar{\sigma}_r &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i^2) \cdot \sum_{i=1}^n (y_i) - \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) \cdot \sum_{i=1}^n (x_i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i^2) - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}; \\ V_0 &= \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i \cdot y_i) - \sum_{i=1}^n (x_i) \cdot \sum_{i=1}^n (y_i)}{n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i^2) - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}; \\ \sigma_{r_i} &= \sigma_i - V_0 \ln \left\{ 1 + \left[ \exp \left( \frac{N_i \cdot \sigma_i}{V_0} \right) - 1 \right]^{-1} \right\}. \end{aligned} \quad (3)$$

Нижня межа довірчого інтервалу для середнього значення границі втоми визначається за формулою [5]:

$$\bar{\sigma}_{rmin} = \bar{\sigma}_r - t_{R,k} \frac{S_r}{\sqrt{k+1}}, \quad (4)$$

де  $t_{R,k}$  – квантиль розподілу Стюдента, який залежить від довірчої ймовірності  $R$  і кількості зруйнованих деталей  $k+1$ .

Верхня межа довірчого інтервалу для середнього квадратичного відхилення визначається за формулою:

$$S_{rmax} = S_r \cdot z \quad (5)$$

де  $z$  – коефіцієнт, який залежить від довірчої ймовірності і кількості зруйнованих деталей.

В більшості випадків втомні випробування проводяться при коефіцієнті асиметрії  $r = -1$ ,

отже, відомими є тільки значення  $\bar{\sigma}_{-1}$  та  $S_{-1}$ . Для окремої ділянки трубопроводу коефіцієнт асиметрії залежно від її параметрів може змінюватися в межах  $-1 < r < 1$ . Тому необхідним є приведення результатів втомних випробувань при  $r = -1$  до визначеного коефіцієнту асиметрії. Визначення  $\bar{\sigma}_r$  проводимо за рівняннями [6]

$$\bar{\sigma}_r = \frac{2 \cdot \bar{\sigma}_{-1}}{2 - (1 - \psi) \cdot (1 + r)} \text{ при } r \leq 0; \quad (6)$$

$$\bar{\sigma}_r = \frac{2 \cdot \bar{\sigma}_{-1} \cdot \sigma_{\epsilon}}{(1 - r) \cdot (1 + \psi) \cdot \sigma_{\epsilon} + 2 \cdot r \cdot \bar{\sigma}_{-1}} \text{ при } r > 0; \quad (7)$$

де:  $\psi = \frac{2 \cdot \bar{\sigma}_{-1}}{\sigma_0} - 1$  – коефіцієнт чутливості до асиметрії навантаження;

$\sigma_{\epsilon}$  – нижня границя міцності матеріалу труби.

Визначення  $S_r$  проводиться з умови рівності коефіцієнтів варіації границі витривалості для асиметричних циклів

$$S_r = S_{-1} \cdot \frac{\bar{\sigma}_r}{\sigma_{-1}}. \quad (8)$$

Для вирішення проблеми оцінки залишкового ресурсу доцільно використовувати кінетичні діаграми втоми, тобто криві втоми трубопроводу при різних ступенях його пошкодження. Кінетичні діаграми втоми мають в даному випадку дуже важливу закономірність, яка підтверджена численними дослідженнями для різних зразків і характеру навантажування. Вона полягає в тому, що такі параметри кривої втоми

(1) як  $V_0$  і  $N_0 = \frac{Q}{\sigma_R}$  – кількість циклів до пориву кривої не залежать від ступеня пошкодження деталі чи зразка.

На основі аналізу експериментальних даних нами розроблено вдосконалену методику проведення експериментальних досліджень та їх обробки [7]. Методика дає змогу будувати кінетичні діаграми втоми натурних зразків з достатньою точністю визначення імовірнісних параметрів навіть при обмеженій кількості зразків.

На основі даного алгоритму створено комплексну програму розрахунку параметрів та побудови кінетичних кривих втоми з різною імовірністю неруйнування.

Отримання параметрів рівнянь втоми натурних трубопроводів, особливо з великими діаметрами, є складною проблемою. Тому оцінку параметрів кривих втоми необхідно проводити за результатами випробувань зразків або моделей.

Якщо відмовою деталі може слугувати пошкодження тріщиною стінки, то параметри границь втоми трубопроводу і моделі-“вирізки” з нього будуть належати до однієї вибірки, тобто в статистичному плані будуть однаковими. Тому нами для більш точної оцінки залишкового

ресурсу ТП пропонується використовувати моделі-“вирізки”.

Для оцінки залишкового ресурсу необхідно провести випробування моделей-“вирізок” з різним фіксованим ступенем пошкодження. Традиційні методи виготовлення концентратора напружень V- подібного типу та подальшого вирощування втомної тріщини не відповідають вимогам до моделі елементів конструкцій з корозійними та механічними пошкодженнями. Тому пропонується використовувати моделі з реальними пошкодженнями, одержаними в процесі експлуатації, наприклад, використовувати моделі-“вирізки” пошкоджених ділянок трубопроводів після їх заміни при ремонті. Це дасть змогу більш точно оцінити залишковий ресурс ділянки трубопроводу.

Проведений аналіз покладено в основу розробки стенду для випробувань локальних моделей [6]. Розроблено конструкцію стенду, яка дозволяє проводити випробування моделей-“вирізок” в широкому діапазоні геометричних параметрів жорстким навантажуванням на консольний згин з регулюванням амплітуди деформації в межах 0..10 мм. Використання спеціальної силової головки дає змогу змінювати коефіцієнт асиметрії циклу R в межах  $-1 \leq R < 1$ . Оцінка залишкового ресурсу проводиться шляхом аналізу натурних кінетичних кривих пошкоджуваності небезпечних ділянок конструкції за рахунок визначення їх силових та енергетичних характеристик тріщинистості за допомогою засобів Ansys та експериментальних досліджень моделей-“вирізок” [8]. Це дає можливість урахувати зміни фізико-механічних характеристик металу і реальний вплив корозійної мало- і багатоциклової втоми. Для вирішення цього завдання розроблено вдосконалену методику прогнозування залишкового ресурсу за допомогою кінетичних діаграм втоми моделей-“вирізок” [9, 10].

Перевірку запропонованого методу було проведено при експериментальних випробуваннях на опір втоми моделей-“вирізок” підводних газопроводів діаметром 720 і 820 мм в зоні зварного шва (рис. 3) на універсальній втомній машині УП-100 [11]. Було проведено порівняння за довговічністю натурних труб, які були випробувані при повторному навантаженні внутрішнім тиском. Аналіз результатів засвідчив, що довговічність натурних труб, яка була отримана експериментально, і довговічність, розрахована за результатами випробування моделей-“вирізок” з урахуванням існуючого розсіювання довговічності, досить близькі (рис. 4).

Таким чином, можна зробити висновок про можливість використання запропонованого методу прогнозування залишкового ресурсу ділянок магістральних трубопроводів за результатами випробування їх моделей-“вирізок”. Перевагами запропонованого методу є:

- зменшення витрат на проведення експерименту при збереженні точності оцінки;
- автоматизація обробки даних з допомогою розробленого програмного забезпечення;



Рисунок 3 — Модель-“вирізка” зварного шва трубопроводу

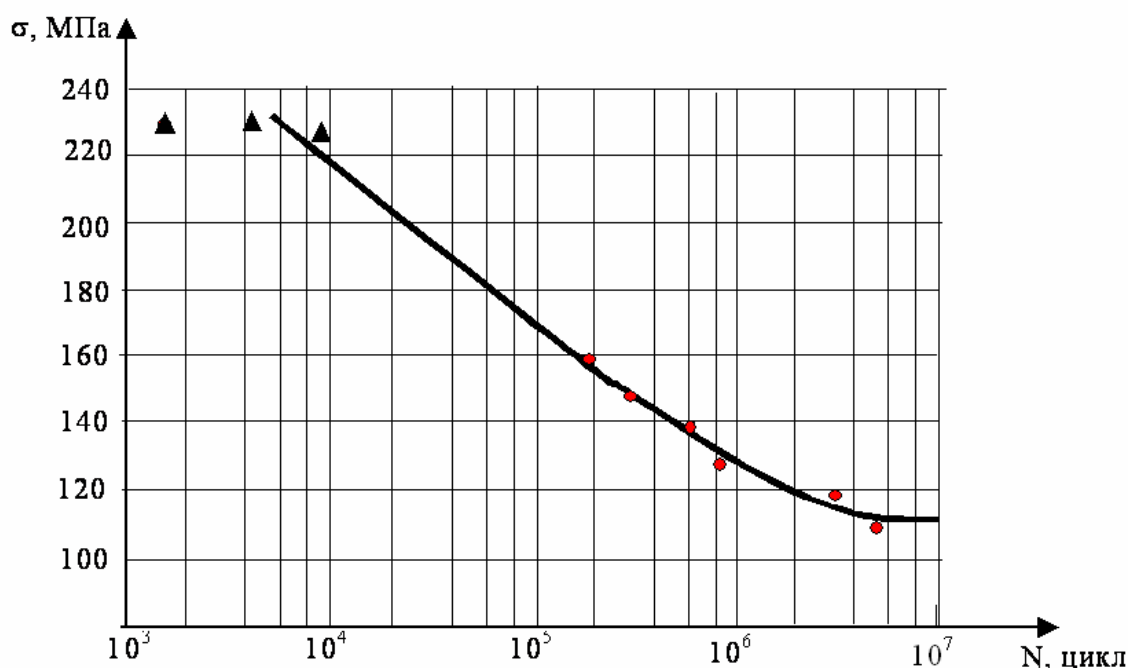


Рисунок 4 — Крива втоми, побудована за результатами досліджень моделей-“вирізків” підводного газопроводу на довговічність натурних труб діаметром 720 і 820 мм

оцінювання навантажування та прогнозування залишкового ресурсу в умовах мінімальної інформації про параметри його попередньої експлуатації.

Реалізація цих методів і підходів для оцінки надійності та ресурсу дасть змогу забезпечити роботу нафтогазотранспортної системи з максимальною продуктивністю, виходячи з реального технічного стану окремих ділянок, або прийняти рішення про їх реконструкцію чи заміну. Впровадження методики оцінки залишкового ресурсу трубопроводів дасть змогу зменшити імовірність виникнення аварійних ситуацій на магістральних трубопроводах, що покращить умови праці та підвищить безпеку експлуатації.

Отже, дані дослідження є важливим етапом вирішення актуального завдання з підвищення надійності роботи магістральних нафтогазопроводів, особливо з критичним терміном експлуатації, де проблема оцінки залишкового ресурсу є першочерговою.

### Література

1 Велиюлин И.И. Повышение эффективности ремонта магистральных газопроводов: концепция, методы, технические средства. – Автореф. дисс. докт. техн. наук. – М.: ВНИИГАЗ, 2007. – 47 с.

2 Харионовский В.В. Надежность и ресурс конструкций газопроводов. – М.: Недра, 2000. – 464 с.

3 Івасів В.М., Говдяк Р.М., Івченко О.Г., Лопушанський А.Я., Кравець О.А., Дрогомирецький М.М., Василюк В.М., Ільницький Р.М., Артим В.І. Процес визначення залишкового ресурсу нафтогазопроводів та збільшення нормативного терміну їх експлуатації. – Патент України на корисну модель №18066. – Опубл. 16.10.06. – Бюл. № 10.

4 Plunkett R. Statistical Analyses of Fatigue Data. ASTM, Ph., 1951.

5 Почтенный Е.К. Кинетика усталости машиностроительных конструкций. – Мн.: УП “Арти – Фекс”, 2002. – 186 с.



6 Івасів В.М., Артим В.І., Пушкар П.В. Удосконалена методика прогнозування залишкового ресурсу деталей в типових умовах експлуатації // Тези доповідей 7 Міжнародного симпозіуму українських інженерів - механіків (МСУІМІ - 7). – Львів. – 2005. – С. 73.

7 Івасів В.М., Артим В.І., Пушкар П.В., Козак О.М. Урахування напружень низького рівня при розрахунках довговічності деталей машин // Машинознавство. – 2003. – № 12. – С. 17 - 20

8 Івасів В., Артим В., Смоляк Т., Козак О., Нікітюк В. Методика оцінки втомної довговічності та залишкового ресурсу великогабаритних деталей з допомогою локальних моделей // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2005. – № 1. – С. 19-24.

9 Івасів В.М., Артим В.І., Смоляк Т.І., Нікітюк В.М. Прогнозування залишкового ресурсу магістральних газопроводів з допомогою моделей-“вирізків” // Обеспечение эксплуатационной надежности систем трубопроводного транспорта: Сб. докл. науч.-практ. семинара. – Киев: Экотехнология, 2005. – С. 7 - 8

10 Артим В.І., Івасів В.М., Федорович Я.Т., Пушкар П.В. Визначення залишкового ресурсу насосних штанг в типових умовах експлуатації // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2005. – № 2. – С. 79-82

11 Крижанівський С.І., Івасів В.М., Чернов Б.О., Ільницький М.К. Вибір і дослідження моделей підводних трубопроводів // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 1999. – № 36 (Том 4). – С. 109-114.

УДК 622.267+622.324.5

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ НАФТИ З МЕТОЮ ЗМЕНШЕННЯ ЇЇ ВТРАТ

<sup>1</sup>Т.В. Шумілін, <sup>1</sup>П.В.Тарабаринів, <sup>2</sup>В.І. Адамович

<sup>1</sup>НДПІ ВАТ “Укрнафта”, вул. Північний бульвар ім. Пушкіна, 2, м. Івано-Франківськ, 76019  
Тел. (+ 38 0342) 776151, e-mail: t.shum@mail.ru

<sup>2</sup>НГВУ “Бориславнафтогаз” ВАТ “Укрнафта”, вул. Карпатська брама, 26 м. Борислав, 82300,  
Тел./факс (+ 3803248) 50109, 52850

*Рассмотрена существующая система сбора, подготовки, транспортировки и хранения нефти на промысле НГВУ „Бориславнефтегаз”, а также приведены ее основные недостатки. Предложена технологическая схема, которая дает возможность герметизировать систему сбора и подготовки нефти, сократить ее потери, получить дополнительную продукцию и улучшить экологию в регионе.*

*The existing system of gathering, preparation, transportation and storage of oil at the field of OGPE "Boryslavnaftogas" it is considered. The basic defects of this system of gathering and preparation of oil are resulted. The technological scheme is offered which enables to pressurize of gathering and preparation system of oil, to reduce its losses, to receive additional production and to improve ecology in region.*

Проблема раціонального та економічного використання нафти і нафтопродуктів має важливе значення для народного господарства будь-якої держави. За сучасних умов ця проблема є актуальною і для України. Загальний стан паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) України характеризується, насамперед, обмеженими власними запасами нафти і газу та великими потребами народного господарства в них.

Одним із показників, які характеризують ефективність роботи нафтогазовидобувних підприємств, є об'єм технологічних втрат нафти, тобто кількість нафти, що безповоротно втрачається у технологічних процесах збору, підготовки, внутрішньопромислового транспортування і зберігання при існуючому рівні розвитку техніки і технологій. Величина цих втрат визначається від загального обсягу видобутку нафти і газу. Встановлення джерел і величини технологічних втрат окремих об'єктів нафтога-

зозбірних систем дозволяють виявити неефективні процеси і визначити техніко-організаційні заходи зі скорочення і ліквідації цих втрат.

Аналіз шляхів збалансованого розвитку виробництва і споживання джерел енергії нафтового походження свідчить, що найефективнішим напрямком економії та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів на сучасному етапі розвитку ПЕК є запобігання невідновних втрат нафти на всіх стадіях технологічних процесів виробничої діяльності – від її видобування до перероблення на нафтогазопереробних заводах. Оскільки ці процеси призводять до техногенних навантажень на навколишнє середовище, то зменшення негативного впливу діяльності нафтогазовидобувних підприємств як забруднювачів навколишнього середовища стає одним з актуальних питань охорони довкілля [1].

Слід зазначити, що в Україні при існуючих технологіях збору, підготовки нафти і газу, ме-